

**DE3242040-A**

Plastics injection mould heater switch has semiconductor switching switching path parallel to relay switching contact in heater circuit

An injection mould for plastics has a heater supplied from an alternating voltage source and controlled by a switching device, comprising a control signal dependent relay with a switching contact in the heater circuit. Parallel to the relay (21) switching contact (20) in the heater circuit is connected a switching path of a semiconductor component (31,32). When the heater (10) is switched on, the semiconductor component is made conductive before the actuation of the relay, while during switching off its blocking condition follows the relay disconnection with the same time delay. Pref. during the entire ON state of the heater a control voltage is so supplied to the semiconductor component as to control its switching path. The relay may have a higher response voltage than the semiconductor component.

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ **Offenlegungsschrift**

⑯ **DE 3242040 A1**

⑯ Int. Cl. 3:

**H 01 H 47/00**

1

⑯ Aktenzeichen: P 32 42 040.4  
⑯ Anmeldetag: 13. 11. 82  
⑯ Offenlegungstag: 17. 5. 84

**DE 3242040 A1**

⑯ Anmelder:

FOBA Formenbau GmbH, 5880 Lüdenscheid, DE

⑯ Erfinder:

David, Bernd, 5982 Neuenrade, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ **Schaltanordnung zum Ein- und Ausschalten eines elektrischen Verbrauchers**

Mit einer Schaltanordnung zum Ein- und Ausschalten soll insbesondere ein von einer Wechselspannungsquelle gespeistes Heizelement für Kunststoffspritzgießformen versorgt werden. Der Schaltanordnung ist ein, in Abhängigkeit von einem Steuersignal gesteuertes Relais mit einem Schaltkontakt im Verbraucherstromkreis zugeordnet. Entsprechend der Erfindung ist parallel zu dem Schaltkontakt des Relais in den Verbraucherstromkreis die Schaltstrecke eines Halbleiterschaltelementes geschaltet. Das Halbleiterschaltelement wird beim Einschalten des Verbrauchers zeitlich vor dem Relais in den stromführenden Zustand und/oder beim Abschalten des Verbrauchers zeitlich nach dem Relais in den stromsperrnden Zustand geschaltet. Die erfindungsgemäße Schaltanordnung ist insbesondere zum Schalten hoher Ströme und Spannungen geeignet, weist auch bei hoher Schaltzahl eine lange Lebensdauer auf und gestattet einen möglichst geringen Spannungsabfall an der Schaltstrecke im Verbraucherstromkreis.

**DE 3242040 A1**

Patentanwälte  
Dipl.-Ing. Harald Ostriga      Dipl.-Ing. Bernd Sonnet  
Wuppertal-Barmen Stresemannstraße 6-8

3242040

Zugelassen beim Europäischen Patentamt

Patentanwälte Ostriga & Sonnet, Postfach 2013 27, D-5600 Wuppertal 2

0/Hz

Anmelder:

FOBA Formenbau GmbH  
Altenaer Str. 172  
5880 Lüdenscheid

Bezeichnung der  
Erfindung:

Schaltanordnung zum Ein- und  
Ausschalten eines elektrischen  
Verbrauchers

Ansprüche:  
=====

1. Schaltanordnung zum Ein- und Ausschalten eines elektrischen Verbrauchers, insbesondere zum Ein- und Ausschalten eines von einer Wechselspannungsquelle gespeisten Heizelementes für Kunststoffspritzgießformen, mit einem in Abhängigkeit von einem Steuersignal gesteuerten Relais mit einem Schaltkontakt im Verbraucherstromkreis, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu dem Schaltkontakt (20) des Relais (21) in den Verbraucherstromkreis die Schaltstrecke eines Halbleiterschaltelementes (31, 32) geschaltet ist und daß das Halbleiterschaltelement (31, 32) beim Einschalten des Verbrauchers (10) zeitlich vor dem Relais (21) in den stromführenden Zustand und/oder beim Abschalten des Verbrauchers (10) zeitlich nach dem Relais (21) in den stromsperrenden Zustand geschaltet wird.

Postcheckkonto  
Essen  
(BLZ 36010043) 44504-431

Credit- u. Volksbank eGmbH  
Wuppertal-Barmen,  
(BLZ 33060098) 15824

Commerzbank AG.  
Wuppertal-Barmen,  
(BLZ 33040001) 4034823

(0202)  
557040

2. Schaltanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Halbleiterschaltelement (31, 32) während der gesamten Einschaltzeit des Verbrauchers (10) eine Steuerspannung derart zugeführt wird, daß dessen Schaltstrecke durchgesteuert ist.

3. Schaltanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Relais (21) eine höhere Ansprechspannung als das Halbleiterschaltelement (31, 32) aufweist, daß durch das Steuersignal zum Einschalten des Verbrauchers (10) eine ansteigende Spannung und zum Ausschalten des Verbrauchers (10) eine abfallende Spannung an den Ausgangsklemmen (50, 51) einer Schaltstufe (52) erzeugt werden und daß die Ausgangsspannung dieser Schaltstufe (52) parallel als Steuerspannung dem Relais (21) und dem Halbleiterschaltelement (31, 32) zugeführt wird.

4. Schaltanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltstufe (52) einen Kondensator (56) und einen Widerstand (55) aufweist, daß zum Einschalten des Verbrauchers (10) der Kondensator (56) aufgeladen und zum Abschalten des Verbrauchers entladen wird und daß die Kondensatorspannung die Ausgangsspannung dieser Schaltstufe (52) ist.

5. Schaltanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert des Widerstandes (55) und der Wert des Kondensators (56) so gewählt sind, daß die Verzögerungszeit beim Einschalten des Verbrauchers (10) zwischen dem Schalten des Halbleiterschaltelementes (31, 32) und dem Schalten des Relais (21) größer ist als die Einschaltzeit des Halbleiterschaltelementes und daß beim Ausschalten des

Verbrauchers (10) die Verzögerungszeit zwischen dem Abschalten des Relais (21) und dem Sperren des Halbleiterschaltelementes (31, 32) größer ist als die Umschlagzeit des Schaltkontakte (20) des Relais (21).

6. Schaltanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Halbleiterschaltelement zwei antiparallel geschaltete Thyristoren (31, 32) eines an sich bekannten Halbleiter-Relais (30) dienen, das einen Nullspannungsschalter (36) und eine Steuerlogik (35) zum Zünden des Thyristoren (31, 32) jeweils im Nulldurchgang einer Wechselspannung aufweist, daß diesem Halbleiter-Relais (30) die Spannung am Kondensator (56) als Steuerspannung zugeführt wird und daß der Wert des Widerstandes (55) und der Wert des Kondensators (56) so gewählt sind, daß die Verzögerungszeit der Periodendauer der Wechselspannung entspricht.

Beschreibung:  
=====

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltanordnung zum Ein- und Ausschalten eines elektrischen Verbrauchers, insbesondere zum Ein- und Ausschalten eines von einer Wechselspannungsquelle gespeisten Heizelementes für Kunststoffspritzgießformen, mit einem in Abhängigkeit von einem Steuersignal gesteuerten Relais mit einem Schaltkontakt im Verbraucherstromkreis.

Zum Schalten größerer Verbraucherströme in Abhängigkeit von einem Steuersignal verwendet man üblicherweise ein Relais oder ein Halbleiterschaltelement, beispielsweise einen Thyristor. Ein Relais hat den Vorteil, daß der Steuerstromkreis vom Verbraucherstromkreis galvanisch getrennt ist und daß der Spannungsabfall am Schaltkontakt im Verbraucherstromkreis verhältnismäßig gering ist. Nachteilig ist jedoch, daß beim Schalten hoher Ströme und höherer Spannungen am Schaltkontakt Funkenüberschläge bzw. ein Lichtbogen auftritt, wodurch das Kontaktmaterial stark erwärmt wird und ein Kontaktabbrand auftritt. Die Lebensdauer dieser Schaltkontakte hängt folglich von der Höhe der zu schaltenden Ströme und Spannungen sowie der Schalthäufigkeit ab. Bei den kontaktlosen Halbleiterschaltelementen ist dagegen die Lebensdauer von der Schaltzahl praktisch unabhängig. Allerdings haben Halbleiterschaltelemente den Nachteil, daß im stromführenden Zustand ein verhältnismäßig hoher Spannungsabfall an deren Schaltstrecke meßbar ist und demzufolge bei höheren Verbraucherströmen am Halbleiterschaltelement eine hohe Verlustleistung entsteht, die in Wärme umgesetzt wird und durch Kühlkörper abgeführt werden muß, damit das Halbleiterschaltelement nicht durch thermische Überlastung zerstört wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit möglichst geringem Aufwand eine Schaltanordnung zu schaffen, die zum Schalten hoher Ströme und Spannungen geeignet ist, auch bei hoher Schaltzahl eine lange Lebensdauer aufweist und die einen mög-

lichst geringen Spannungsabfall an der Schaltstrecke im Verbraucherstromkreis hat. Eine solche Schaltanordnung soll insbesondere zur Ansteuerung eines Heizelementes in Kunststoffspritzgießformen geeignet sein, das zur Konstanthaltung der Temperatur mit einer Schaltfrequenz von 10-30 Schaltvorgängen pro Minute an eine Netzspannungsquelle angeschlossen wird und dann einen Strom in der Größenordnung von 10-20 A aufnimmt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß parallel zu dem Schaltkontakt des Relais in den Verbraucherstromkreis die Schaltstrecke eines Halbleiterschaltelementes geschaltet ist und daß das Halbleiterschaltelement beim Einschalten des Verbrauchers zeitlich vor dem Relais in den stromführenden Zustand und/oder beim Abschalten des Verbrauchers zeitlich nach dem Relais in den stromsperrenden Zustand geschaltet wird.

Die Erfindung basiert dabei auf der Erkenntnis, daß die Vorteile eines kontaktlosen Halbleiterschaltelementes und eines elektromechanisches Schaltelementes in bestmöglicher Weise vereint und gleichzeitig deren Nachteile vermieden werden, wenn man den Verbraucherstrom zeitversetzt derart über das Halbleiterschaltelement bzw. den Relaisschaltkontakt führt, daß allein das Halbleiterschaltelement den Ein- bzw. Ausschaltstromstoß führt, wohingegen während der überwiegenden Einschaltzeit des Verbrauchers dessen Betriebsstrom über den Relaisschaltkontakt geführt wird.

Wird beim Einschalten des Verbrauchers zuerst das Halbleiterschaltelement durchgesteuert; liegt beim verzögerten Schalten des Relais an dessen Schaltkontakt lediglich noch die Durchlaßspannung des Halbleiterschaltelementes, die bei Verwendung

von Thyristoren bei etwa 1,6 Volt liegt. Dadurch werden die Schaltkontakte des Relais geschont. Andererseits führt das Halbleiterschaltelement den hohen Verbraucherstrom nur kurzzeitig, sodaß eine unzulässig hohe Erwärmung nicht auftritt und in den meisten Fällen auf zusätzliche Maßnahmen zur Wärmeabfuhr verzichtet werden kann.

Entsprechendes gilt auch beim Abschalten des Verbrauchers, wenn man zunächst den Schaltkontakt des Relais öffnet und erst mit einer kurzen Zeitverzögerung das Halbleiterschaltelement sperrt. Das bestmögliche Ergebnis erhält man natürlich dann, wenn man sowohl beim Einschalten als auch beim Ausschalten den Schaltstrom durch das Halbleiterschaltelement steuert, dies also zeitlich vor dem Relais in den stromführenden Zustand steuert bzw. beim Abschalten des Verbrauchers zeitlich nach dem Relais in den stromsperrenden Zustand schaltet.

Den Grundgedanken der Erfindung könnte man etwa in der Weise realisieren, daß man auf ein Steuersignal hin in einer Schaltstufe Steuerimpulse für das Halbleiterschaltelement und das Relais derart auslöst, daß zunächst das Halbleiterschaltelement durchgesteuert wird, kurzzeitig später dann das Relais erregt wird und danach wieder das Halbleiterschaltelement gesperrt wird. Das Halbleiterschaltelement ist also während des größten Teils der Einschaltzeit des Verbrauchers gesperrt und wird durch einen Steuerimpuls erst zum Abschalten des Verbrauchers wieder kurzzeitig eingeschaltet, um den Relaiskontakte beim Schalten des Relais zu überbrücken. Eine solche Schaltstufe zur Auslösung der verschiedenen Steuerimpulse ist aber sehr aufwendig.

4

- 7 -

Einfacher und kostengünstiger ist eine Ausführung gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung, bei der dem Halbleiterschaltelement während der gesamten Einschaltzeit des Verbrauchers eine Steuerspannung derart zuführt, daß dessen Schaltstrecke durchgesteuert ist. Verwendet man ein Relais, dessen Ansprechspannung höher ist als die Ansprechspannung des Halbleiterschaltelementes, kann das zeitversetzte Schalten durch die Ausgangsspannung einer Schaltstufe erreicht werden, die parallel dem Relais und dem Halbleiterschaltelement als Steuerspannung zugeführt wird. Dazu muß diese Schaltstufe am Ausgang eine ansteigende Spannung abgeben, wenn der Verbraucher eingeschaltet werden soll, während mit einer abfallenden Spannung der Verbraucher abgeschaltet wird. Ein solcher Spannungsverlauf kann sehr einfach durch einen Kondensator realisiert werden, der über einen Widerstand aufgeladen bzw. entladen wird.

Zusätzlich und insbesondere kann die Erfindung entsprechend dem Hauptanspruch, fakultativ ergänzt durch Merkmale aus den Unteransprüchen, auch im kombinatorischen Zusammenwirken zur Lösung der vorbezeichneten Aufgabe dienen.

Die Erfindung und weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden nachstehend anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild und

Fig. 2 ein Diagramm mit dem zeitlichen Ablauf verschiedener Spannungen und Schaltzustände.

Die Schaltanordnung nach Fig. 1 dient zum Ein- und Ausschalten des elektrischen Verbrauchers 10, der aus einer nicht näher dargestellten Wechselspannungsquelle gespeist wird, die an die Klemmen 11 und 12 angeschlossen wird. Im Verbraucherstromkreis liegt der Schaltkontakt 20 eines Relais 21.

In einem gestrichelt umrahmten Block sind wesentliche Elemente eines sogenannten Halbleiter-Relais 30 dargestellt, das serienmäßig hergestellt wird. Als Halbleiterschaltelemente dienen bei dieser Ausführung zwei antiparallel geschaltete Thyristoren 31 und 32, deren Schaltstrecke parallel zum Schaltkontakt 20 des Relais 21 geschaltet ist. Parallel dazu liegt außerdem ein RC-Glied mit dem Widerstand 33 und dem Kondensator 34, damit auch induktive Lasten geschaltet werden können. Die beiden Thyristoren 31 und 32 werden von einer Steuerlogik 35 gezündet. Diese Steuerlogik 35 wird von einem Nullspannungsschalter 36 so angesteuert, daß die Thyristoren 31 und 32 beim Nulldurchgang der Wechselspannung gezündet werden, sofern an den Eingangsklemmen 37 und 38 des Halbleiter-Relais 30 eine Steuerspannung anliegt, die größer ist als Ansprechspannung des Halbleiter-Relais 30. Diese Ansprechspannung liegt bei einer bekannten Ausführung bei 3 Volt. Ist einer der Thyristoren gezündet, ist an den Ausgangsklemmen 39 und 40 nur noch die Durchlaßspannung in Höhe von etwa 1,6 Volt meßbar und der Verbraucherstromkreis ist geschlossen.

Die Steuerspannung für das Halbleiter-Relais 30 wird an den Ausgangsklemmen 50 und 51 einer Schaltstufe 52 abgegriffen, deren Eingangsklemmen 53 und 54 ein impulsförmiges Steuersignal zugeführt wird. Das Ausgangssignal dieser Schaltstufe wird außerdem als Steuerspannung dem Relais 21 zugeführt. Die

Schaltstufe 52 enthält einen Widerstand 55 sowie einen Kondensator 56, die in Reihe geschaltet an die Eingangsklemmen 53 und 54 angeschlossen sind. Die Kondensatorspannung wird an den Ausgangsklemmen 50 und 51 abgegriffen.

Fig. 2 zeigt im einzelnen folgende Zeitdiagramme:

Fig. 2A gibt den zeitlichen Verlauf des Steuersignales an den Eingangsklemmen 53 und 54 wieder. Im Zeitraum zwischen T0 und T3 möge an diesen Klemmen eine Gleichspannung von 24 Volt anliegen.

Fig. 2B zeigt den Spannungsverlauf an den Ausgangsklemmen 50 und 51 der Schaltstufe 52. Diese Spannung dient als Steuer- spannung für das Relais 21 und das Halbleiter-Relais 30.

Fig. 2C soll verdeutlichen, daß in dem Zeitraum zwischen T1 und T5 das Halbleiter-Relais durchgesteuert sein kann.

Fig. 2D läßt erkennen, daß das Relais 21 in dem Zeit- raum zwischen T2 und T4 erregt ist.

Fig. 2E zeigt schließlich den Spannungsverlauf an den Klemmen 39 und 40 und damit auch den Spannungsverlauf am Schalt- kontakt 20 des Relais 21.

Unter Bezugnahme auf Fig. 2 wird im folgenden die Funktion der Schaltanordnung nach Fig. 1 näher erläutert:

Zunächst ist der Verbraucherstromkreis unterbrochen und der Kondensator 56 entladen. An den Klemmen 39 und 40 ist der Ver-

- 10 -

auf der Wechselspannung meßbar, aus dem der Verbraucher gespeist werden soll. Wird nun zum Zeitpunkt T0 eine Gleichspannung an die Eingangsklemmen 53 und 54 angelegt, wird der Kondensator 56 über den Widerstand 55 aufgeladen. Zum Zeitpunkt T1 wird eine Kondensatorspannung von beispielsweise 3 Volt erreicht. Diese Spannung möge der Ansprechspannung des Halbleiter-Relais 30 entsprechen. Beim Nulldurchgang der Wechselspannung an den Klemmen 39 und 40 wird folglich über den Nullspannungsschalter 36 und die Steuerlogik 35 einer der Thyristoren gezündet. Damit wird der Verbraucherstromkreis geschlossen und an den Klemmen 39 und 40 ist lediglich noch die Durchlaßspannung des Thyristors in Höhe von etwa 1,6 Volt meßbar. Zum Zeitpunkt T2 erreicht die Kondensatorspannung die Ansprechspannung des Relais 21 von etwa 20 Volt. Damit wird das Relais 21 erregt und der Schaltkontakt 20 schließt. Die Spannung an den Klemmen 39 und 40 fällt praktisch auf den Wert Null. Obwohl dem Halbleiter-Relais 30 weiterhin eine Steuerspannung derart zugeführt wird, daß die Thyristoren gezündet werden könnten, bleiben diese Thyristoren stromlos, da deren Schaltstrecke zwischen Anode und Kathode durch den geschlossenen Schaltkontakt 20 überbrückt ist. Im Zeitraum zwischen T2 und T4 fließt also der Verbraucherstrom ausschließlich über den Schaltkontakt 20 und das Halbleiter-Relais wird thermisch nicht belastet.

Zum Zeitpunkt T3 verschwindet das Steuersignal an den Eingangsklemmen 53 und 54. Dies hat zunächst noch keinen Einfluss auf das Schaltverhalten, da das Relais 21 erregt bleibt, bis zum Zeitpunkt T4 dessen Haltespannung unterschritten wird. Die Haltespannung liegt bei etwa 14 Volt, ist also geringer als die Ansprechspannung. Zum Zeitpunkt T4 fällt das Relais 21 ab.

- 11 -

Da dem Halbleiter-Relais weiterhin eine ausreichende Steuerspannung zur Durchsteuerung der Thyristoren zugeführt wird, übernehmen nun wieder diese Thyristoren den Verbraucherstrom. Erst zum Zeitpunkt T5 ist die Kondensatorspannung auf einen Wert abgefallen, der der Ausschaltspannung des Halbleiter-Relais entspricht. Diese Ausschaltspannung möge bei 1 Volt liegen. Dann wird das Halbleiter-Relais 30 in den stromsperrenden Zustand geschaltet und der Verbraucherstromkreis ist endgültig unterbrochen. An den Klemmen 39 und 40 ist wieder der Verlauf der Wechselspannung meßbar.

Insgesamt ist also aus Fig. 2 zu entnehmen, daß beim Einschalten des Verbrauchers 10 das Halbleiterschaltelelement, nämlich einer der Thyristoren 31 oder 32 zum Zeitpunkt T1 und damit zeitlich vor dem Relais, das zum Zeitpunkt T2 erregt wird, in den stromführenden Zustand schaltet. Beim Abschalten des Verbrauchers fällt dagegen zum Zeitpunkt T4 zunächst das Relais 21 ab und erst zum Zeitpunkt T5 wird das Halbleiterschaltelelement in den stromsperrenden Zustand geschaltet. Aus Fig. 2C entnimmt man, daß dem Halbleiter-Relais während der gesamten Einschaltzeit des Verbrauchers zwischen T1 und T5 eine Steuerspannung derart zugeführt wird, daß einer der Thyristoren sofort leitet, wenn der Schaltkontakt 20 öffnet. Man erkennt weiterhin, daß sich die Verzögerungszeiten zwischen T1 und T2 bzw. zwischen T4 und T5 aus einer Steuerspannung ableiten lassen, wobei der Effekt ausgenutzt wird, daß das elektromechanische Relais 21 eine höhere Ansprechspannung bzw. Abfallspannung als das Halbleiter-Relais 30 aufweist.

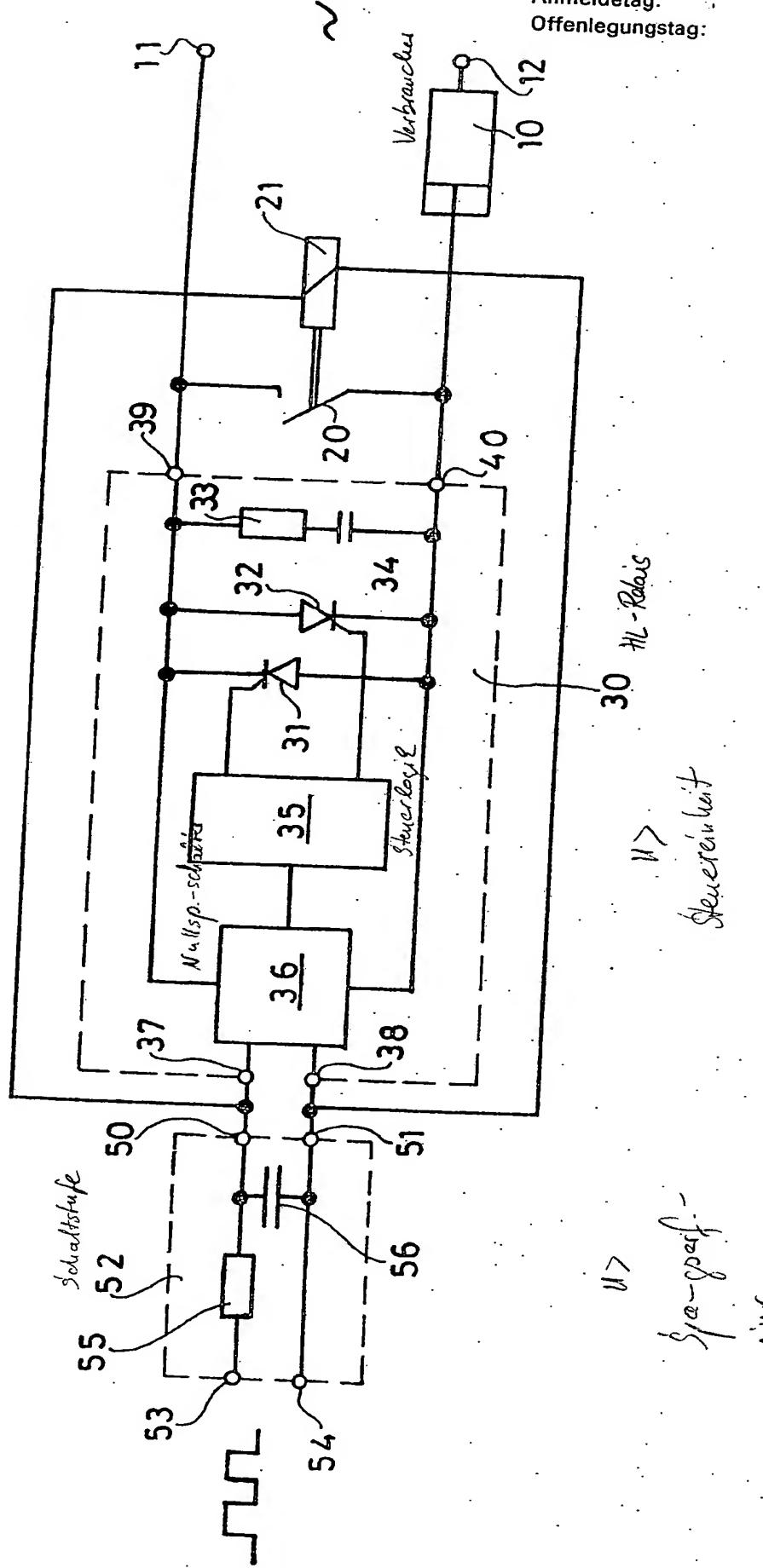
Diese Verzögerungszeiten sind von dem Wert des Widerstandes 55 und der Kapazität des Kondensators 56 abhängig. Da auch ein Halbleiterschaltelelement nicht völlig verzögerungsfrei schaltet,

sollte die Verzögerungszeit zwischen T1 und T2 größer sein als die Einschaltzeit des Halbleiterschaltelementes. Dadurch wird sichergestellt, daß der Schaltkontakt 20 erst schließt, wenn die Spannung an den Klemmen 39 und 40 auf die Durchlaßspannung abgefallen ist. Beim Ausschalten des Verbrauchers sollte die Verzögerungszeit zwischen T4 und T5 größer sein als die Umschlagzeit des Relaischaltkontakte, damit der Verbraucherstromkreis allein über das Halbleiterschaltelement geöffnet wird. Bevorzugt wird eine Ausführung, bei der diese Verzögerungszeiten der Periodendauer der Wechselspannung entsprechen, weil dann auch der Schaltkontakt des Relais jeweils beim Nulldurchgang der Wechselspannung schaltet und damit geringstmöglich beansprucht wird.

Aus der vorstehenden Beschreibung des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird deutlich, daß an dem Schaltkontakt des Relais kein Kontaktabbrand mehr auftreten kann. Die Lebensdauer des elektromechanischen Relais ist daher wesentlich größer und nur noch von der mechanischen Beanspruchung etwa der Kontaktfeder abhängig. Durch die kurzen Einschaltzeiten der Halbleiterschaltelemente wird eine unzulässige Erwärmung wirksam verhindert und Kühlkörper können in fast allen Fällen eingespart werden. Damit kann diese Schaltanordnung in kleine Gehäuse eingebaut werden. Die Schaltanordnung eignet sich daher besonders für Anwendungsfällen in Regelkreisen, in denen der Verbraucher oft ein- und ausgeschaltet wird.

Leerseite <sup>13</sup>

FIG. 1



- 15 -

Nummer:  
Int. Cl. 3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

32 42 040  
H 01 H 47/00  
13. November 1982  
17. Mai 1984

FIG. 2

